



# Boletín Médico del Hospital Infantil de México

[www.elsevier.es/bmhim](http://www.elsevier.es/bmhim)



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

### Complicaciones pulmonares asociadas a ventilación mecánica en el paciente neonatal



Cristabel Torres-Castro<sup>a</sup>, Jaime Valle-Leal<sup>a,\*</sup>, Alba J. Martínez-Limón<sup>b</sup>,  
Zaira Lastra-Jiménez<sup>c</sup> y Lesvia Carmina Delgado-Bojórquez<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Pediatría del Hospital General Regional número uno del Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad Obregón, Sonora, México

<sup>b</sup> Departamento de Neonatología del Hospital General Regional número uno del Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad Obregón, Sonora, México

<sup>c</sup> Departamento de Epidemiología del Hospital General Regional número uno del Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad Obregón, Sonora, México

<sup>d</sup> Dirección del Hospital General Regional número uno del Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad Obregón, Sonora, México

Recibido el 10 de marzo de 2016; aceptado el 8 de agosto de 2016

Disponible en Internet el 20 de septiembre de 2016

#### PALABRAS CLAVE

Atelectasia;  
Complicaciones;  
Neumotórax;  
Neumonía;  
Ventilación mecánica

#### Resumen

**Introducción:** Se buscó determinar la incidencia de complicaciones pulmonares asociadas a ventilación mecánica en pacientes ingresados a un servicio de cuidados intensivos neonatales (UCIN) en un hospital de 2° nivel.

**Metodología:** Estudio analítico retrospectivo en expedientes de recién nacidos ingresados a una sala de UCIN y que recibieron ventilación mecánica en un hospital de segundo nivel de atención médica. Se recabaron datos demográficos, de la ventilación mecánica, la intubación y complicaciones reportadas en el expediente clínico y se analizaron en el programa estadístico SPSS 20.

**Resultados:** De los 53 pacientes seleccionados se encontraron un total de 40 complicaciones. La incidencia anual de las complicaciones pulmonares asociadas a ventilación mecánica en el área de UCIN del servicio de Neonatología, en un hospital de segundo nivel en Sonora fue de 49.05% (IC 95% 0.35-0.62). Las complicaciones pulmonares más frecuentes fueron: atelectasia 35%, neumonía 27.5%, neumotórax 15%, displasia broncopulmonar 15%, neumomediastino 15% y hemorragia pulmonar 2.5%.

**Conclusiones:** La presentación de complicaciones pulmonares secundarias a ventilación mecánica en pacientes neonatales es similar a lo reportado en países en desarrollo. La atelectasia es la complicación pulmonar más frecuente en los pacientes neonatales sometidos a ventilación mecánica.

© 2016 Hospital Infantil de México Federico Gómez. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [valle\\_jaime1@hotmail.com](mailto:valle_jaime1@hotmail.com) (J. Valle-Leal).

**KEYWORDS**

Atelectasis;  
Complications;  
Pneumothorax;  
Pneumonia;  
Mechanical  
ventilation

**Pulmonary complications associated with mechanical ventilation in neonates****Abstract**

**Background:** To determine the incidence of complications associated with mechanical ventilation in patients admitted to a service in a second level hospital NICU.

**Methods:** Retrospective analytical study records of newborns admitted to NICU room and receiving mechanical ventilation in a secondary hospital health care. Demographic data, of mechanical ventilation, intubation and complications reported in the clinical record were collected and analyzed in SPSS 20.

**Results:** 53 patients selected a total of 40 complications found. The annual incidence of pulmonary complications associated with mechanical ventilation in the area of service neonatology NICU, at a second level hospital at Sonora was 49.05% (95% CI 0.35 to 0.62). The most frequent pulmonary complications were atelectasis 35%, pneumonia 27.5%, pneumothorax 15%, bronchopulmonary dysplasia 15%, pneumomediastinum 15% and pulmonary hemorrhage 2.5%.

**Conclusions:** The presentation of pulmonary complications secondary to mechanical ventilation in neonatal patients is similar to that reported in developing countries. Atelectasis is the most common pulmonary complication in neonatal patients undergoing mechanical ventilation.

© 2016 Hospital Infantil de México Federico Gómez. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**1. Introducción**

La asistencia ventilatoria permite el rescate y mantenimiento del paciente con falla cardiorrespiratoria; gracias a esta intervención se logra salvar la vida de muchos pacientes recién nacidos en las salas de cuidados intensivos neonatales. Sin embargo, el uso de este soporte induce lesión pulmonar, conduce a daño estructural irreversible y altera la función respiratoria y hemodinámica llevando a complicaciones que alteran la evolución y el pronóstico del paciente<sup>1-5</sup>.

Los avances científicos han permitido contar con nuevos y mejores dispositivos para asistencia respiratoria que han logrado disminuir la mortalidad neonatal, mas no las complicaciones que se presentan secundarias a su uso, ya que muchas de ellas, sobre todo en los recién nacidos prematuros, dependen del grado de desarrollo pulmonar del paciente<sup>6</sup>.

Los factores de riesgo propios del paciente prematuro que lo hacen más vulnerable a complicaciones derivadas de la ventilación han sido descritos ampliamente. Entre estos factores destacan la inmadurez neurológica central y debilidad de la musculatura respiratoria, pulmón con escaso desarrollo alveolar, déficit de síntesis de surfactante y aumento del grosor de la membrana alveolo-capilar<sup>7</sup>; también algunos relacionados con el paciente como la edad gestacional menor de 29 semanas, el peso al nacimiento menor de 1500 g, la presencia de sepsis neonatal, género masculino y la presencia de ducto arterioso persistente, así como el soporte ventilatorio, la concentración de FiO<sub>2</sub> y el número de días que se requiere soporte ventilatorio<sup>8-12</sup>.

En recientes artículos se evidencia la relación entre ventilación mecánica y lesión pulmonar en el paciente prematuro y se asocia directamente a la deficiencia de surfactante y al efecto inflamatorio que resulta de la invasión secundaria al soporte ventilatorio. De igual forma se ha demostrado la utilidad de la administración de surfactante

profiláctico, lo cual reduce la mortalidad comparado con la aplicación terapéutica, disminuye el riesgo de displasia broncopulmonar, neumotórax y hemorragia pulmonar<sup>13-15</sup>.

En estudios en los que se reporta la frecuencia de complicaciones asociadas a ventilación mecánica en el paciente pediátrico se han registrado desde 40% hasta 150% dependiendo de la población estudiada, ya que un mismo paciente puede presentar más de una complicación<sup>8,9,11</sup>. A nivel nacional existe poca información sobre el tema en el paciente neonatal; López-Candiani y colaboradores, en el año 2007, reportaron un estudio realizado en la ciudad de México en neonatos sometidos a ventilación mecánica, en donde encontraron una frecuencia de complicaciones de 81%, siendo las más frecuentes atelectasia, extubación accidental, hipoxia durante la intubación, neumonía nosocomial y displasia broncopulmonar<sup>10</sup>. No se documentan estudios similares en nuestra región.

El objetivo de este estudio es describir la presentación de complicaciones pulmonares asociadas a ventilación mecánica en los pacientes de una unidad de cuidados intensivos neonatales en un hospital de segundo nivel en Sonora.

**2. Métodos**

Bajo un diseño transversal, analítico y retrospectivo se incluyeron los expedientes de pacientes ingresados al servicio de UCIN y que requirieron de ventilación mecánica asistida por más de ocho horas en el periodo de septiembre 2014 a septiembre 2015. Los pacientes debían contar con expediente clínico completo para el llenado de la hoja de datos.

Durante el periodo mencionado, ingresaron en total 238 pacientes al servicio de UCIN, de estos se excluyeron los referidos de otros hospitales, pacientes con diagnósticos de cardiopatía congénita, patología pulmonar congénita y pacientes con síndrome dismórfico, así como aquellos cuyos expedientes no contaban con la información completa para

el llenado de la hoja de datos y los que fallecieron en las primeras ocho horas de vida por causas no derivadas a ventilación mecánica.

El estudio se llevó a cabo en un hospital de segundo nivel del Noroeste de México, donde se otorga atención médica a la población de recién nacidos de los distintos municipios del estado. Dicho hospital es sede de residencias del curso de especialización médica en pediatría, por lo que los médicos residentes en conjunto con médicos neonatólogos y pediatras dan asistencia médica en UCIN. El promedio de ingresos anuales en la sala de UCIN es de 250 a 300 pacientes; durante el periodo de estudio se reportaron 238 ingresos. Los diagnósticos de ingreso más frecuentes son síndrome de dificultad respiratoria (enfermedad de membrana hialina), sepsis neonatal, taquipnea transitoria del recién nacido y depresión respiratoria.

El muestreo se realizó por casos consecutivos. De cada paciente se registraron los siguientes datos: edad gestacional, género, edad al inicio de la ventilación, peso al nacimiento, días de ventilación mecánica, intentos de intubación, aplicación de surfactante y número de dosis administradas. Además se registraron las complicaciones asociadas a ventilador referidas en las notas médicas: neumotórax, atelectasia, neumonía, displasia broncopulmonar y hemorragia pulmonar. Para el diagnóstico de neumonía asociada a ventilación se consideraron los criterios de CDC (Disease Control and Prevention; Atlanta, Ga., USA)<sup>16</sup>. El diagnóstico de displasia broncopulmonar se basó en los criterios modificados de Bancalari<sup>17,18</sup>. Los datos fueron concentrados en una base de datos de Excel Office para Windows que posteriormente se analizó en el programa estadístico SPSS 20 para Windows Office. El análisis de datos se realizó mediante frecuencias y porcentajes para variables cualitativas, y los cuantitativos mediante medidas de tendencia central (mediana). Se utilizaron las pruebas  $\chi^2$  y Fisher para variables categóricas, y t de Student para variables cuantitativas. Como medida de frecuencia se utilizó la tasa de incidencia, y se realizó una correlación de Spearman con las variables categóricas.

### 3. Resultados

De un total de 53 pacientes, 49% (n=26) corresponden a hombres y 51% (n=27) a mujeres. Los pacientes prematuros predominaron (87% de la muestra tenían menos de 37 semanas de edad gestacional, promedio 32.66 semanas, con una desviación estándar (SD) de 3.927); el promedio del peso al nacimiento fue de 1901 g (SD=883 g, valor mínimo de 560 g y máximo de 4285 g). Las características de la población se describen a fondo en la [tabla 1](#). En total se presentaron 40 complicaciones. La tasa de incidencia de complicaciones asociadas a ventilación mecánica (VM) fue de 71.3 casos por cada 1000 días de ventilación y la de neumonía asociada a ventilación de 19.3 por cada 1000 días de ventilación. La proporción de pacientes afectados por una única complicación fue de 30.2%; 11.3% se afectó por 2 complicaciones y 7.5% con 3 ([tabla 2](#)). Las complicaciones pulmonares más frecuentes observadas secundarias a VM en orden descendente fueron: atelectasia 35%, neumonía 27.5%, neumotórax 15%, displasia broncopulmonar 15%, neumomediastino 15% y hemorragia pulmonar 2.5% ([tabla 2](#)). Los principales

**Tabla 1** Características generales de la población con ventilación mecánica

N= 53		
Variable	n	Porcentaje
<b>Género</b>		
Masculino	26	49%
Femenino	27	51%
<b>Diagnóstico</b>		
SDR	35	66%
TTRN	5	9%
Sepsis	2	4%
Dep Resp	2	4%
Otros	9	17%
<b>Edad gestacional</b>		
26-31 SEG	21	40%
32-37 SEG	25	47%
> 37 SEG	7	13%
<b>Peso al nacimiento</b>		
< 1000 g	9	17%
1,001-1,500 g	10	19%
1,501-2,000 g	16	30%
2,001-2,500 g	7	13%
> 2,500 g	11	21%
<b>Estado nutricional</b>		
PAEG	50	94%
PBEG	3	6%
<b>No. de dosis de surfactante</b>		
0	16	30%
1	23	43%
2	12	23%
3	2	4%
<b>Días de estancia en UCIN</b>	11(1-98)*	
<b>Días con VM</b>	6(1-69)*	
<b>Número de intentos de intubación</b>	2(1-18)*	
<b>Número de reintubaciones</b>	2 (0-10)*	

SDR: síndrome de dificultad respiratoria; TTRN: taquipnea transitoria del recién nacido; Dep Resp: depresión respiratoria; PAEG: Peso adecuado a edad gestacional; PBEG: Peso bajo para edad gestacional; UCIN: Unidad de cuidados intensivos neonatales; VM: Ventilación mecánica; SEG: semanas de edad gestacional;

\* Promedio (valor mínimo – valor máximo).

factores asociados a la presentación de complicaciones en esta serie de pacientes fueron la edad al inicio de la ventilación, los días de ventilación, el número de intentos de intubación y el número de re-intubaciones ([tabla 3](#)). Se encontró una correlación de 0.731 entre el número de complicaciones pulmonares y el número de días de ventilación, y de 0.616 entre el número de complicaciones pulmonares y el número de intentos de intubación ([tabla 4](#)). Se realizó la estimación de los riesgos de desarrollar múltiples complicaciones a través del cálculo de razón de momios (OR). La edad al nacimiento menor a 32 semanas de gestación mostró un OR de 2.8 (p=0.135), el peso al nacer menor de 1500 g obtuvo un OR de 1.24 (p=0.5), el peso bajo para edad

**Tabla 2** Complicaciones pulmonares observadas en la población de estudio

N = 53		
Complicación (n = 40)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Atelectasia	14	35%
Neumonía	11	27.50%
Neumotórax	6	15%
Displasia broncopulmonar	6	15%
Neumomediastino	2	5%
Hemorragia pulmonar	1	2.50%
Número de complicaciones por paciente		
1	16	30.20%
2	6	11.30%
3	4	7.50%

gestacional en comparación con el peso adecuado para edad gestacional refleja un OR de 2.27 ( $p=0.4$ ), el género masculino un OR de 0.37 ( $p=0.23$ ), los pacientes con más de un intento de intubación tienen un OR de 2.72 ( $p=0.66$ ). El 100% de los pacientes que recibieron 3 dosis de surfactante presentaron más de una complicación pulmonar, por lo que no es posible calcular un OR, pero a través del estadístico  $\chi^2$  se obtuvo un valor de  $p=0.03$  (tabla 5).

#### 4. Discusión

Nuestro estudio muestra que 49.05% de la población estudiada presentó complicaciones pulmonares asociadas a

ventilación mecánica, siendo la más común la atelectasia. Esto corresponde a una tasa inferior a la esperada, ya que informes previos en poblaciones similares han señalado frecuencias superiores hasta de 150%<sup>8,9</sup>. Se reportó una tasa de incidencia de complicaciones pulmonares asociadas a ventilación mecánica que es de 71.3 por cada 1000 días de ventilación, y en el análisis bivariado observamos que es mayor el número de días con ventilación mecánica en los pacientes con complicaciones (16.3 vs 5 días;  $p=0.0009$ ). También la media de intentos de intubación fue mayor en el mismo grupo (5.5 vs 2.4;  $p=0.006$ ) y fue mayor la proporción de pacientes con reintento de intubación en el grupo con complicaciones (92.3% vs 51.8%;  $p=0.002$ ). Es importante mencionar que gran parte del personal médico corresponde a médicos residentes en formación y esto disminuye la probabilidad de éxito en maniobras de intubación endotraqueal.

En relación a las dosis de surfactante, se muestra que a un mayor número de dosis de surfactante existió un mayor número de complicaciones (Pearson 0.295;  $p=0.032$ ) aunque hay artículos que reportan la utilidad de la administración de surfactante y la reducción de riesgos en los pacientes que los reciben; en este caso asociamos los resultados a las condiciones del paciente al recibirlo, ya que corresponde a pacientes de 26 y 28 semanas de gestación, con gran inmadurez pulmonar. Otras correlaciones determinadas por el mismo método fueron: a mayor número de intentos de intubación mayor número de complicaciones (0.616;  $p=0.0001$ ), menor edad gestacional al inicio de la VM se incrementaron los episodios de complicaciones (-0.303;  $p=0.022$ ). Se identificó que los días con VM correlacionan con el número de complicaciones. Además, se identificó que la aplicación de 3 dosis de surfactante es un factor de riesgo de desarrollar múltiples complicaciones, ya que el 100% de los pacientes que recibieron 3 dosis de surfactantes presentaron más de una complicación ( $p=0.03$ ).

**Tabla 3** Factores asociados a complicaciones de la VM en pacientes neonatos

N = 53			
Variable	Con complicaciones	Sin complicaciones	Valor p
Peso al nacimiento	1968.6(954.2)*	1837.4(818)*	0.59
Estado nutricional			
PAEG	24(92.3%) <sup>‡</sup>	26(96.2%) <sup>‡</sup>	0.6
PBEG	2(7.7%) <sup>‡</sup>	1(3.8%) <sup>‡</sup>	
Edad al nacimiento (SEG)	32.3(3.8)*	32.9(4.1)*	0.589
Edad al inicio de la VM (DVE)	3.9(13)*	0.5(1.5)*	0.08
Género			
Masculino	11(42.3%) <sup>‡</sup>	15(55.5%) <sup>‡</sup>	0.3
Femenino	15(57.7%) <sup>‡</sup>	12(44.4%) <sup>‡</sup>	
Número de días con VM	16.3(15.9)*	5(4.8)*	0.0009
Numero de intentos de intubación	5.5(5.02)*	2.4(1.5)*	0.006
Reintubación			
Sí	24 (92.3%) <sup>‡</sup>	14(51.8%) <sup>‡</sup>	0.002
No	2(7.7%) <sup>‡</sup>	13(48.1%) <sup>‡</sup>	

t de Student: para el contraste de hipótesis de variables cuantitativas,  $\chi^2$ : para el contraste de hipótesis de variables cualitativas, o prueba exacta de Fisher en caso de que una o más casillas presente valores inferiores a 5. Valor de  $p < 0.05$  se considera estadísticamente significativo.

\* Los datos cuantitativos se presentan como medias y desviaciones estándar entre paréntesis

‡ Los datos nominales como frecuencias y porcentajes. SEG: semanas de edad gestacional; DVE: días de vida extrauterina.

**Tabla 4** Correlación de factores de riesgo con múltiples complicaciones

N = 53			
Variable	Número de complicaciones	Coefficiente de correlación	Valor p
Dosis de surfactante	0-3/0-3	0.305	0.04
Intentos de intubación	1-18/0-3	0.454	0.001
Peso al nacimiento	560-4285/0-3	-0.064	0.648
Edad al inicio de la VM(días)	0-63/0-3	0.192	0.168
Días con VM	1-69/0-3	0.606	0.0001

Coefficiente de correlación de Spearman: para definir la asociación entre dos variables numéricas, valores entre 0-1 = correlaciones positivas. Entre -1 y 0 = correlaciones negativas; valor 0 = no existe correlación. Valor de  $p < 0.05$  se considera significativo.

**Tabla 5** Riesgos asociados a múltiples complicaciones en neonatos con ventilación mecánica

N = 53					
Variable	Con complicaciones	Sin complicaciones	OR	IC 95%	Valor p
<i>Edad gestacional</i>					
< 32 SEG	6	15	2.8	0.682-11.4	0.135
≥ de 32 SEG	4	28			
<i>Peso al nacer</i>					
< 1,500 g	4	15	1.24	0.3-5.1	0.5
≥ 1,500 g	6	28			
<i>Estado nutricional</i>					
PBEG	1	2	2.27	0.18-27.9	0.4
PAEG	9	41			
<i>Género</i>					
Masculino	3	23	0.37	0.08-1.6	0.23
Femenino	7	20			
<i>Intentos de intubación</i>					
1	9	33	2.72	0.3-24.2	0.66
> 1	1	10			
<i>Dosis de surfactante</i>					
1-2	2	0	NA	NA	0.03
> 2	8	43			

OR: Razón de momios; IC 95%: Intervalo de confianza al 95%. Valor de  $p < 0.05$  se considera significativo. NA: No aplica, el estimador OR requiere de valor mayor a 0 para ser calculado pero la diferencia entre grupos se calcula a partir de  $\chi^2$ . SEG: semanas de edad gestacional; PBEG: peso bajo para edad gestacional; PAEG: peso adecuado para edad gestacional; g: gramos.

En publicaciones de años previos de diferentes países se muestran resultados similares a los nuestros. Cernada y colaboradores, en 2014, publicaron un estudio realizado en Europa con población neonatal, en donde se identifican como principales factores de riesgo para neumonía asociada a ventilación la prematuridad y la presencia de re-intubaciones. Estos datos concuerdan con nuestro informe, donde la tasa de neumonías asociadas a ventilación mecánica es de 19.6 por 1000 días de ventilación mecánica, que corresponde a lo reportado en países en vías de desarrollo<sup>8</sup>.

En un estudio publicado en 2007 por López-Candiani y colaboradores se reportó una frecuencia de complicaciones asociadas a ventilación de 81%; se observó también como complicación más frecuente atelectasia. Sus resultados fueron más diversos ya que su población se estudió de forma prospectiva<sup>10</sup>; sin embargo, existe concordancia con

nuestros informes al encontrar coincidencias en las complicaciones más frecuentes.

En 2009, Tapia-Rombo y colaboradores<sup>12</sup> desarrollaron un estudio de casos y controles incluyendo 100 recién nacidos prematuros. Al evaluar los factores de riesgo, identificaron que el peso al nacer menor a 1500 g incrementaba 3 veces más el riesgo de padecer alguna complicación (OR 3.2;  $p = 0.01$ ). Nosotros determinamos al mismo factor como de riesgo con una OR de 1.24, aunque no se pudo delimitar significancia estadística ( $p > 0.05$ ); de igual forma con la edad al nacimiento, la investigación a la que nos referimos determinó un OR de 7.25 para los menores de 32 semanas. Por nuestra parte, el estimador tuvo un valor de riesgo (OR 2.8), pero al igual que el factor anterior, con una pobre significancia estadística ( $p = 0.135$ ). Reconocemos que este hecho puede estar condicionado por un tamaño de muestra pequeño; también encontramos coincidencias en la duración



prolongada de la VM (media: 16.3 vs 5 días de VM;  $p = 0.0009$ ) y el incremento en la frecuencia de reintubaciones ( $p = 0.002$ )<sup>12</sup> en los datos reportados por Tapia-Rombo.

En artículos publicados en países desarrollados no se encuentran diferencias significativas. Principi y colaboradores<sup>13</sup> reportaron una tasa de 114 complicaciones por 1000 días de ventilación en una población de pacientes pediátricos en Canadá, incluyendo recién nacidos desde 1 día de edad hasta adolescentes de 18 años. A pesar de tratarse de una población con un rango de edad muy amplio, se describió una prevalencia de complicaciones asociadas a ventilación de 40% y se informó como complicación más frecuente atelectasia en 17% de los pacientes, resultados muy similares a los reportados en nuestra población de estudio.

Es importante destacar las limitaciones de nuestro estudio, ya que el principal inconveniente se presentó al recolectar la información de los expedientes clínicos, por no encontrarse o encontrarse incompletos; además, al tratarse de un estudio retrospectivo, no es posible medir las variables en tiempo real y no se puede tener un mejor análisis de las mismas. Es recomendable para estudios futuros evaluar a la población de muestra de forma prospectiva y darle seguimiento a su evolución en tiempo real durante su estancia hospitalaria; de esta forma se podría tener mayor control sobre las variables a estudiar, podrían incluirse parámetros ventilatorios y evaluar factores que en los estudios históricos no se pueden observar.

Como conclusiones podemos mencionar que este estudio determinó que la presentación de complicaciones pulmonares secundarias a VM en pacientes neonatales es similar a la reportada en países en desarrollo y no ha variado significativamente con el tiempo a pesar de las mejoras en los dispositivos tecnológicos de ventilación mecánica. Estos resultados marcan una gran área de oportunidad para establecer estrategias para mejora continua y poder disminuir en lo posible el número de complicaciones asociadas al uso de VM en neonatos.

Los factores de riesgo más significativos estadísticamente para la presentación de complicaciones secundarias a VM son el número de días con ventilación, número de intentos de intubación y número de dosis de surfactante.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Financiamiento

Recursos del Hospital General Regional No. 1 del Instituto Mexicano del Seguro Social en Ciudad Obregón, Sonora y de los autores.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Al personal directivo del Departamento de Neonatología, Archivo Clínico y Centro de Documentación en Salud del Hospital General Regional No. 1 del Instituto Mexicano del Seguro Social en Ciudad Obregón, Sonora, por las facilidades prestadas para la elaboración de este manuscrito.

## Referencias

1. Kacmarek RM. The mechanical ventilator: past, present, and future. *Respir Care*. 2011;56:1170–9. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/content/56/8/1170.short>
2. Marini JJ. Mechanical ventilation: past lessons and the near future. *Crit Care*. 2013;17:s1–10. Disponible en: <http://ccforum.com/content/17/S1/S1>
3. Miller JD, Carlo WA. Pulmonary complications of mechanical ventilation in neonates. *Clin Perinatol*. 2008;35:273–81. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095510807000851>
4. Kneyber M, Zhang H, Slutsky AS. Ventilator-induced lung injury: similarity and differences between children and adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190:258–65. Disponible en: <http://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1164/rccm.201401-0168CP>
5. Zielinska M, Zielinski S, Sniatkowska-Bartkowska A. Mechanical ventilation in children-problems and issues. *Adv Clin Exp Med*. 2014;23:843–8. Disponible en: <http://www.advances.am.wroc.pl/pdf/2014/23/5/843.pdf>
6. Soto-Páez N, Sarmiento-Portal Y, Crespo-Campos A, Suárez-García N. Morbilidad y mortalidad en neonatos sometidos a ventilación mecánica. *Rev Cienc Med*. 2013;17:96–109.
7. Rellán-Rodríguez S, García de Ribera C, Aragón-García M. El recién nacido prematuro [En línea]. Madrid: Asociación Española de Pediatría; 2008. Consultado en Julio de 2015. Disponible en: [https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/8\\_1.pdf](https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/8_1.pdf)
8. Cernada M, Brugada M, Golombek S, Vento M. Ventilator-associated pneumonia in neonatal patients: an update. *Neonatology*. 2014;105:98–107. Disponible en: <http://www.karger.com/Article/FullText/355539>
9. Mukhtar B, Siddiqui NR, Haque A. Clinical characteristics and immediate-outcome of children mechanically ventilated in a pediatric intensive care units. *Pak J Med Sci*. 2014;30:927–30. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4163205/>
10. López-Candidiani C, Soto-Portas LC, Gutiérrez-Castrellón P, Rodríguez-Weber MA, Udaeta-Mora E. Complicaciones de la ventilación mecánica en neonatos. *Acta Pediatr Mex*. 2007;28:63–8. Disponible en: <http://respira.com.mx/docs/f1314898637-0.pdf>
11. Tapia-Rombo CA, Rodríguez-Jiménez G, Ballesteros-del Olmo JC, Cuevas-Uríoostegui ML. Factores de riesgo asociados a complicaciones de la asistencia mecánica ventilatoria en el recién nacido prematuro. *Gac Med Mex*. 2009;145:273–83.
12. Tapia-Rombo CA, de León-Gómez N, Ballesteros-del Olmo JC, Ruelas-Vargas C, Cuevas-Uríoostegui ML, Castillo-Pérez JJ. Factores predictores para falla en la extubación en dos o más ocasiones en el recién nacido de pretérmino. *Rev Invest Clin*. 2010;62:412–23.

13. Principi T, Fraser DD, Morrison GC, Farsi SA, Carrelas JF, Maurice EA, et al. Complications of mechanical ventilation in the pediatric population. *Pediatr pulmonol*. 2011;46:452–7. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ppul.21389/pdf>
14. Charles MP, Kali A, Easow JM, Noyal MJ, Ravishankar M, Sringaraj S, et al. Ventilator-associated pneumonia. *Australas Med J*. 2014;7:334–44. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4157153/>
15. American Academy, Pediatrics. Committee on fetus and newborn, Respiratory support in preterm infants at birth. *Pediatr*. 2014;133:171–4. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/content/pediatrics/133/1/171.full.pdf>
16. Seham FA, Sherbiny HS, Salet SH, Elsaheed WF, Elshafiey MM, Siam AG, et al. Reducing ventilator-associated pneumonia in neonatal intensive care unit using "VAP prevention Bundle" a cohort study. *BMC Infect Dis*. 2015;15:314. Disponible en: <http://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-015-1062-1>
17. Laughon MM, Langer JC, Bose CL, Smith PB, Ambalavanan N, Kennedy KA, et al. Prediction of bronchopulmonary dysplasia by postnatal age in extremely premature infants. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011;183:1715–22.
18. Sanchez M, Moreno J, Botet F, Fernandez J, Herranz F, Rite S, et al. Displasia broncopulmonar: definiciones y clasificación. *An Pediatr (Barc)*. 2013;79:262.e1–6.